



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09138812 A**(43) Date of publication of application: **27.05.97**

(51) Int. Cl.

**G06F 17/50**(21) Application number: **07296887**(22) Date of filing: **15.11.95**(71) Applicant: **HITACHI LTD**

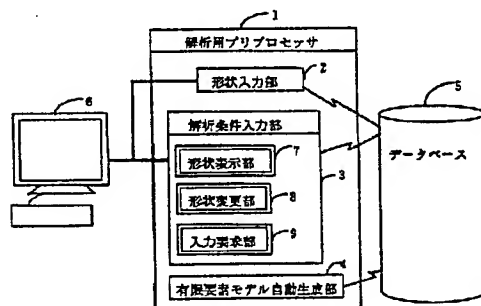
(72) Inventor:  
**HATA NAOKO**  
**NISHIGAKI ICHIRO**  
**YOKOHARI TAKASHI**  
**TSURUKI MASAKI**  
**EZAWA YOSHITAKA**  
**OKAMOTO NORIAKI**

(54) ANALYTIC MODEL GENERATING METHOD AND  
 ITS DEVICE

## (57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely input an analytic condition by interactively inputting the analytic condition.

SOLUTION: A shape model inputted from an input means 6 to a shape input means 2 is displayed by a shape display part 7. When user instructs shape operation from the input means 6, a shape changing part 8 detects the change of a shape and an input request means 9 automatically outputs an analytic condition request picture with a guidance function to allow the user to select the analytic condition from the picture and generates the analytic condition to make analytic model preparation efficient.



COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-138812

(43) 公開日 平成9年(1997)5月27日

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>

G 0 6 F 17/50

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/60

技術表示箇所

6 1 2 H

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平7-296887

(22) 出願日 平成7年(1995)11月15日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 畑 直子

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 西垣 一朗

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 横張 孝志

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 高崎 芳祐

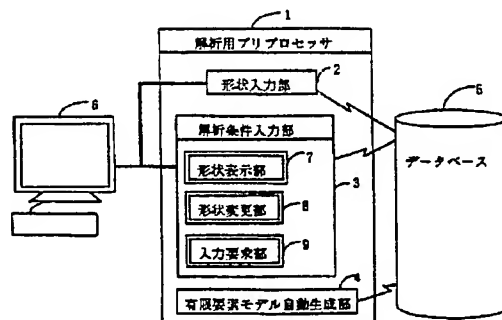
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 解析モデル生成方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 解析条件の入力を対話的に行い、解析条件を確実に入力する解析モデル生成方法及装置。

【解決手段】 入力手段6から形状入力部2へ入力された形状モデルを形状表示部7で表示する。入力手段6から形状操作をユーザが指示すると、形状変更部8が形状の変更を検知し、入力要求部9が、ガイダンス機能を有する解析条件要求画面を自動的に出力し、その画面の中からユーザに解析条件選択を行わせ、解析条件を生成することにより、解析モデル作成の効率化を図る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 解析対象の形状と解析条件に基づいて自動的に解析を行うため、前記解析対象の形状と解析条件を入力して有限要素モデルを自動生成する解析モデル生成方法であって、入力した形状を画面に表示し、当該入力した形状に対して形状操作を行った際、当該形状操作により変更した部分に対する解析条件の入力要求を自動的に表示することを特徴とする解析モデル生成方法。

【請求項2】 前記請求項1に記載した解析モデル生成方法において、前記解析条件の入力要求を表示する当該形状の形状操作により変更した部分をハイライト表示することを特徴とする解析モデル生成方法。

【請求項3】 前記請求項1に記載した解析モデル生成方法において、前記形状操作は、画面に表示された複数の部品からなる形状に対して、解析対象となる部品に隣接する部分の削除を含み、前記解析対象となる部品と前記削除した部品とが接合していた接合面をハイライト表示し、当該接合面に関する解析条件を入力する解析条件入力要求画面を自動的に表示することを特徴とする解析モデル生成方法。

【請求項4】 前記請求項1に記載した解析モデル生成方法において、前記形状操作は、画面に表示された形状に対して、当該形状を切断する切断操作を含み、当該切断面をハイライト表示し、当該切断面に関する解析条件を入力する解析条件入力要求画面を自動的に表示することを特徴とする解析モデル生成方法。

【請求項5】 前記請求項1に記載した解析モデル生成方法において、前記形状操作は、画面に表示された形状に対して、別の部品を前記形状に接合させる接合を含み、当該接合面をハイライト表示し、当該接合面に関する解析条件を入力する解析条件入力要求画面を自動的に表示することを特徴とする解析モデル生成方法。

【請求項6】 前記請求項1に記載した解析モデル生成方法において、前記形状操作は、画面に表示された複数の部品からなる形状に対して、解析対象となる部品を指示する操作を含み、当該指示部品と他の部品とが接合している接合面を順次ハイライト表示し、当該接合面に関する解析条件を入力する解析条件入力要求画面を自動的に表示することを特徴とする解析モデル生成方法。

【請求項7】 前記請求項1に記載した解析モデル生成方法において、前記形状操作は、画面に表示された形状に対して、当該形状を切断する切断操作を含み、当該切断面をハイライト表示し、当該切断面の垂直方向に対して拘束条件を自動生成する解析条件入力要求画面を自動的に表示することを特徴とする解析モデル生成方法。

【請求項8】 解析対象の形状と解析条件を入力する手段と、前記入力手段により入力された解析対象の形状と解析条件に基づいて有限要素モデルを自動生成する処理手段と、前記入力手段により入力された解析対象の形状モデルを表示する表示手段とを備えた解析モデル生成装

置において、前記処理手段は、前記解析対象の形状モデルに対して前記入力手段により形状操作が行われた場合、当該形状操作により変更した部分に対する解析条件の入力要求を自動的に前記表示手段上に表示するように構成されたことを特徴とする解析モデル生成装置。

【請求項9】 前記請求項8に記載した解析モデル生成装置において、さらに、各種形状のデータを格納するデータベース部を備えていることを特徴とする解析モデル生成装置。

【請求項10】 前記請求項9に記載した解析モデル生成装置において、前記処理手段は、前記入力手段により入力された解析対象の形状に従って、前記データベース部内に格納した各種形状のデータに基づいて有限要素モデルを自動生成する有限要素モデル自動生成部を備えていることを特徴とする解析モデル生成装置。

【請求項11】 前記請求項10に記載した解析モデル生成装置において、前記入力手段は、少なくとも、前記表示手段上に表示される画面の一部領域を選択的に指示するためのマウスを含んでいることを特徴とする解析モデル生成装置。

【請求項12】 前記請求項8に記載した解析モデル生成装置において、前記処理手段は、前記形状操作に伴う変更部分を前記表示手段上に表示する形状変更部と、前記形状変更部における形状変更に応答して解析条件を入力する解析条件入力要求画面を自動的に表示する入力要求部とを備えていることを特徴とする解析モデル生成装置。

【請求項13】 前記請求項12に記載した解析モデル生成装置において、前記入力要求部は、前記形状変更部における前記解析対象形状モデルの隣接部品の削除に応答して解析条件を入力する解析条件入力要求画面を自動的に表示するように構成されたことを特徴とする解析モデル生成装置。

【請求項14】 前記請求項12に記載した解析モデル生成装置において、前記入力要求部は、前記形状変更部における前記解析対象形状モデルの切断に応答して解析条件を入力する解析条件入力要求画面を自動的に表示するように構成されたことを特徴とする解析モデル生成装置。

【請求項15】 前記請求項12に記載した解析モデル生成装置において、前記入力要求部は、前記形状変更部における前記解析対象形状モデルの複数形状の接合に応答して解析条件を入力する解析条件入力要求画面を自動的に表示するように構成されたことを特徴とする解析モデル生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CADあるいはCAEシステムのような、いわゆる計算機を用いた設計・生産の自動化システムにおける解析対象のモデリングに

係わり、特に、形状モデルの変更に伴う境界条件の入力を確実にする解析モデル生成方法及びその装置に係わる。

【0002】

【従来の技術】従来、CADあるいはCAEシステムのような計算機を用いた設計・生産の自動化システムにおいては、対象形状の切断、組立、削除などの形状操作と、解析で用いる解析条件とは、それぞれ、その入力手段が分けられている。そのため、ユーザは、上記の形状操作を行った後のモデルに対し、別途、解析で用いる解析条件を入力することが行われていた。

【0003】このような従来技術の一例として、形状操作の一つである形状モデルの切断を行い、2分の1モデルを生成する方法を示す。例えば、SDRC社のI-DEASでは、ユーザが、ある面に対して形状モデルが対称であると判断した場合、切断命令を選択し、座標軸に対して用意された切断面の中から適当な切断面を選択することによって、2分の1モデルを生成する。そして、この従来技術では、この切断された対称面に対して、ユーザがその対称面を選択・指示して解析条件の一つである拘束条件を入力することが行われていた。なお、この切断の従来技術に関しては、「Exploring I-DEAS Simulation MS1.2 (日本語版)」マニュアル153ページ～161ページ(株式会社電通国際情報サービス)に記載されている。

【0004】また、特開平3-148772号公報によれば、入力作業の軽減のため、ユーザが入力した全体的な荷重データに基づいて、対象構造物の各節点に作用する荷重条件を自動生成するものも既に知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記に述べた従来技術においては、解析対象となる形状モデルから、形状の切断、組立、削除などにより形状操作を行った後に生じる問題として、解析条件を作成し忘れる、時間が掛かる、あるいは、注意力を必要とするなどの点が指摘されていた。また、物理現象やシミュレーションシステムに不慣れなユーザにとって、解析条件の要求(すなわち、解析条件を作成してその入力を行うこと)は、困難な作業であり、通常、熟練したユーザが行っていたが、やはり、煩わしく手間を要する作業にはかわりはない。

【0006】また、上記の特開平3-148772号公報においても、入力した全体的な荷重データに基づいて対象構造物の各節点に作用する荷重条件を自動的に生成するものの、しかしながら、解析対象となる形状モデルの切断、組立、削除などを伴う形状操作を行った際の解析条件の自動的作成については何等教示していない。

【0007】そこで、本発明では、上記の従来技術における問題点に鑑み、解析対象となる形状モデルの形状の

切断、組立、削除などによる形状操作を行って解析モデルを作成する際、解析条件を作成し忘れることなく、不慣れで未熟なユーザにとっても確実に解析を実行することが可能な解析モデル生成方法及びその装置を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明によれば、まず、解析対象の形状と解析条件に基づいて自動的に解析を行うため、前記解析対象の形状と解析条件を入力して有限要素モデルを自動生成する解析モデル生成方法であって、入力した形状を画面に表示し、当該入力した形状に対して形状操作を行った際、当該形状操作により変更した部分に対する解析条件の入力要求を自動的に表示する解析モデル生成方法が提起される。

【0009】また、本発明によれば、やはり上記の目的を達成する手段として、解析対象の形状と解析条件を入力する手段と、前記入力手段により入力された解析対象の形状と解析条件に基づいて有限要素モデルを自動生成する処理手段と、前記入力手段により入力された解析対象の形状モデルを表示する表示手段とを備えた解析モデル生成装置において、前記処理手段は、前記解析対象の形状モデルに対して前記入力手段により形状操作が行われた場合、当該形状操作により変更した部分に対する解析条件の入力要求を自動的に前記表示手段上に表示するように構成された解析モデル生成装置が提起される。

【0010】すなわち、本発明の解析モデル生成方法及びその装置では、まず、ユーザがマウスやキーボードなどの形状モデル入力手段を用いて、解析対象の形状を計算機である処理手段に入力し、その後、ユーザが解析対象の形状モデルに形状の変更を指示すると、その変更した部分に対する解析条件の入力を要求する解析条件要求画面を、自動的に表示するようにした。このことにより、ユーザは、画面上に表示される解析条件要求画面を含むガイダンス機能に従い、解析条件を当該形状モデルの変更部に解析条件を入力することとなり、このことにより、解析対象の形状モデルから解析モデルを、入力を忘れることなく、確実に、かつ、効率的に作成することが可能になる。

【0011】なお、以下にも詳述する本発明の実施の形態によれば、形状変更の命令をユーザが行った場合、その形状を変更し、この変更した部分をハイライト表示し、解析条件要求画面を自動的に表示する画面を設ける。これにより、変更部に解析条件を入力し忘れることを防ぐ。また、解析条件生成を対話的に行うために、従来より一般的によく使用される解析条件を、解析条件メニューとして予め用意しておく。そのメニューの中からユーザが解析条件を選択するようにする。また、形状操作の一つである切断に関しては、切断した面の垂直方向を計算する機能を設け、これにより、当該切断面に垂直

方向の拘束条件を自動的に生成することもできる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、添付の図面を参照しながら説明する。

(1) 全体構成図の説明：図1に、本発明を実現するための解析モデル生成装置の全体構成図を示す。この図中の符号1は、形状や解析条件を入力し、有限要素モデルを自動生成するための処理手段である解析用プリプロセッサを示す。なお、この解析用プリプロセッサ1は、形状を入力する形状入力部2と、解析条件入力部3と、そして、有限要素モデルを自動生成する有限要素モデル自動生成部4とを備えている。また、図中の符号5は、形状の各データを格納するデータベースを、符号6は、ユーザが形状データの入力を行ったり、あるいは、各種モデルの表示及び解析結果の表示を行うための入出力装置を示している。

【0013】さらに、上記の解析条件入力部3は、入力した形状を画面に表示させる形状表示部7、形状操作により形状を変更する形状変更部8、そして、形状変更が行われた場合、解析条件を入力するようにユーザに促す入力要求部9を備えている。

【0014】次に、上記に構成を説明した解析モデル生成装置の動作について説明する。

(2) 形状変更部分に対する解析条件の入力要求：図2に、上記の解析モデル生成装置を用いて行う形状変更及び解析条件生成の全体フローを示す。

【0015】ステップ11では、図1の入出力装置6を用いて、解析対象の形状を入力する。ステップ12では、形状変更を行うか否かを判断する。その結果、ユーザが形状変更を行う(yes)場合はステップ13に進み、一方、形状変更を行わない(no)場合はステップ19に進む。

【0016】次に、ステップ13では、形状変更を行う部品を指示する形状変更部指示処理を行う。ステップ14は、当該部品に形状変更を施す処理である。なお、この処理は、図1の形状変更部8において行われる処理であり、その詳細は、図3のフローを用いて後述する。ステップ15では、上記のステップ14で形状変更を行った後、この変更された部分をユーザが分かり易いように、ハイライト表示する処理を行う。そして、ステップ16では、上記のステップ15でハイライトされた部分に解析条件を入力するように要求する、解析条件要求画面を表示する。

【0017】その後、ステップ17では、ユーザが、上記ステップ16の画面を参照し、予め用意された解析条件の中から解析条件を選択し、設定する処理を行う。さらに、ステップ18では、上記のステップ17で選択、設定された解析条件を、変更された部分に入力する。その後、処理は再び上記ステップ12へ戻り、形状変更を行わない(no)と判断されるまで繰り返される。な

お、形状変更を行わない(no)と判断されると、処理はステップ19へ移行し、このステップ19では、以上の処理を行った後、有限要素モデルを自動生成する処理を行う。

【0018】続いて、図3には、上記図2のステップ14に於ける形状変更の詳細フローを示す。すなわち、ステップ21では、ユーザが、予め用意されている形状変更の命令を指示する。次に、ステップ22では、入力された形状モデルの形状変更命令により、その指示された部分の形状操作を行う。さらに、ステップ23では、上記のステップ22の形状操作によって形状の変更された部分を検索し、自動的にハイライト表示する。

【0019】次に、上記の解析モデル生成において、上記図1の入出力装置6上に表示される解析条件要求画面の一例を、図4に示す。なお、この表示画面は、上記図3の形状操作(ステップ22)後、この形状操作により変更された部分に対してハイライト表示し(ステップ23)、解析条件入力を促すために自動的に出力される画面である。そこで、ユーザは、当該画面で解析条件を入力する場合、まず、「解析条件の種類」を選択する。

【0020】図5は、上記図4の画面で「解析条件の種類」をユーザが選択した場合、さらに詳しい解析条件をポップアップメニューとして出力した画面の表示例である。図において、「解析条件の種類」を選択すると、「負荷条件」、「接触条件」、「拘束条件」、「フリー」、そして、「ユーザ入力」のポップアップメニューが表示される。このように、「負荷条件」、「接触条件」、「拘束条件」などの、よく使用される解析条件はあらかじめ用意しておく。また、これらのポップアップメニューの中で、「フリー」は既に設定されている条件を解除する際に選択するメニューであり、また、「ユーザ入力」は、上記の予め用意された条件以外の条件を入力する際に用いられる。また、上記「解析条件の種類」の右側に表示された「CLOSE」ボタンは、これをクリックすることにより、解析条件入力作業を終了することとなる。

【0021】図6は、上記図5のポップアップメニューの中から「拘束条件」を選択した場合の画面の表示例である。図からも明らかなように、この表示画面では、「解析条件の種類」の右側には、「拘束条件」と表示され、それらの下方には、メニューボタン「x」、「y」、「z」、「rx」、「ry」、「rz」が表示される。すなわち、「x」をクリックすることにより、x方向を拘束(fix)する条件が設定され、さらに、クリックする毎に、拘束と不拘束との間で反転するトグルスイッチを構成している。他のメニューボタン「y」、「z」も同様である。また、メニューボタン「rx」、「ry」、「rz」は、x、y、z軸に関する回転の拘束用のトグルスイッチである。

【0022】さらに、図7は、上記図5のポップアップ

メニューの中から「荷重条件」を選択した場合の画面の表示例である。この場合にも、「解析条件の種類」の右側には、「負荷条件」と表示され、それらの下方には、2列にメニューボタン「x」、「y」、「z」、「rx」、「ry」、「rz」が表示され、さらに、「pressure」ボタンが表示される。但し、この負荷条件の入力の場合、メニューボタン「x」、「y」、「z」、「rx」、「ry」、「rz」はトグルスイッチを構成せず、これら各ボタンをクリックした後、荷重を表示する数値を入力することとなる。なお、各数値は、上記「pressure」ボタンの下に入力することが可能となる。

【0023】加えて、図8は、上記図5のポップアップメニューの中から「接触条件」を選択した場合の画面の表示例である。この場合にも、「解析条件の種類」の右側には、「接触条件」と表示され、その下方には、メニューボタン「摩擦係数」が表示され、ユーザは、この「摩擦係数」ボタンをクリックし、その下方に、設定する摩擦を表示する数値を入力することとなる。

【0024】最後に、図9は、上記図5のポップアップメニューの中から「ユーザ入力」を選択した場合の画面の表示例であり、この場合には、「解析条件の種類」の右側には、「ユーザ入力」と表示され、その下方には、ブランクのメニューボタンが表示され、ユーザは、このブランクのメニューボタンに設定条件を入力し、その下方に設定する数値を入力しながら、順次、ユーザによる条件の入力を行うこととなる。

【0025】このように、本発明になる解析モデル作成装置によれば、解析対象である解析モデルの形状変更が行われた場合、その解析条件を入力するように自動的にユーザに促す入力要求部9を備えている。そして、ユーザは、この形状変更に伴って自動的に促される解析条件の入力処理を行うことにより、解析対象から解析モデル作成を、効率的に行うことが可能となる。

【0026】次に、形状変更として削除、切断、接合等を行う場合についてより具体的に説明する。

(3) 隣接する削除部分に対する解析条件の入力要求：図10には、上記の解析モデル生成装置を用いて行う、解析対象となる部品に隣接した部品の削除、及び、それに伴う解析条件生成の全体フローを示す。

【0027】この図10において、ステップ101では、解析対象となる部品に隣接した部品を削除するため、その隣接した部品を指示する処理を行う。ステップ102では隣接する部品の削除を命令する。ステップ103では削除という形状操作で変更のあった解析対象となる部品と削除した部品の接合していた面をハイライト表示する。ステップ105では、接合していた面に対して、解析条件の入力を要求する解析条件要求画面を表示する。ステップ106では、ステップ105で表示さ

れた該画面のポップアップメニューよりあらかじめ用意された解析条件のなかから、ユーザが最も適当であるとする解析条件を選択、入力する。ステップ107では、ステップ106で入力された解析条件を接合していた面に生成する。

【0028】次に、上記に説明した解析条件生成装置における解析条件生成方法を用い、二つの部品からなる形状から一つの部品を削除し、その削除した部品との接合する面に対し、解析条件要求画面の表示に従い、圧力を生成する例について、図11から図16を用いながら説明する。

【0029】まず、図11は、二つの部品からなる形状を示す。この形状において、解析対象を109とし、隣接する部品108を削除し、斜線部110の接合していた面に対し、上記の削除した部品108に等価な解析条件として、圧力を生成する例を示す。なお、この削除による変更部分である108と109との接合する面である斜線部110をハイライト表示する。

【0030】次に、図12では、この接合した面（斜線部110）がハイライト表示され、その部分に対応して、解析条件の入力をユーザに促す要求解析条件要求画面が出力される。そこで、ユーザは、ポップアップメニュー「解析条件の種類」を、あるいは、「CLOSE」をクリックする。なお、この「CLOSE」をクリックすることにより、解析条件入力作業は終了する。

【0031】「解析条件の種類」という箇所を選択してこれをクリックすることにより、図13に示すように、ユーザに、解析条件のポップアップメニューが表示される。なお、この表示されるポップアップメニューにおいても、上記と同様に、「負荷条件」、「接触条件」、「拘束条件」、「フリー」、そして、「ユーザ入力」のポップアップメニューが表示される。

【0032】図14には、これらのポップアップメニューの中から、「荷重条件」を選択した場合の状態が示されている。この状態では、やはり、上記と同様、「解析条件の種類」の右側には、「荷重条件」と表示され、それらの下方には、2列にメニューボタン「x」、「y」、「z」、「rx」、「ry」、「rz」が表示され、さらに、「pressure」ボタンが表示される。そこで、ユーザは、これらのメニューボタンを選択的にクリックすることにより荷重条件の方向を設定し、さらには、図15に示すように、上記「pressure」ボタンの下に数値を入力する。なお、この例では、圧力値として「1.0」を入力している。

【0033】続いて、図16は、以上に説明した解析条件要求画面のガイダンスに従い、ユーザが入力した解析条件である圧力を、画面に表示した例を示している。このように、やはり、本発明になる解析モデル作成装置によれば、解析対象である解析モデルの形状変更、この場合には、特に、解析対象となる部品に隣接した部品の削

除に伴い、自動的に、その削除部分についての解析条件の入力処理をユーザに促すことにより、解析対象から解析モデル作成を、効率的に行うことが可能となる。

【0034】(4) 切断面に対する解析条件の入力要求：図17には、図1の解析モデル生成装置を用いて行う、解析対象となる部品に隣接した部品の切断、及び、それに伴う解析条件生成の全体フローを示す。この図17のステップ111では、解析対象となる部品の形状変更を行うために、形状を指示する処理を行う。次に、ステップ112では形状の切断を命令する。ステップ113では、切断という形状操作を行う。ここでは、解析対象となる部品と切断する切断面の形状操作である。ステップ114では、上記のステップ113の形状操作で変更のあった解析対象である部品の、切断された対称面をハイライト表示する。ステップ115では、当該切断された対称面に対して、解析条件の入力を要求する解析条件要求画面を表示する。さらに、ステップ116では、上記ステップ115で表示された該画面のポップアップメニューより、予め用意された解析条件のなかから、ユーザが最も適当であるとする解析条件を選択し、入力する。最後に、ステップ117では、上記のステップ116で入力された解析条件を、解析対象である部品の切断された面に生成する。

【0035】次に、上記に述べた方法に従い、解析対象の形状を切断して2分の1モデルを生成し、その切断した対称面に対し、解析条件要求画面の表示に従い、拘束条件を生成する例を、図18から図22を用いて説明する。

【0036】図18には、XY面に対し対称な形状である円柱200を示す。この円柱形状において、XY面を切断面として、2分の1モデルを作成する。この時、当該切断面(XY面)により切断された面に、切断した部分に等価な解析条件として、Z軸方向に拘束条件を生成する例を示す。なお、この切断するという形状操作によって、その対称面である切断面をハイライト表示する。

【0037】図19には、対称面である切断面(XY面)201がハイライト表示されて(斜線部)、その右側には、解析条件要求画面が表示される。ここでも、ユーザは、ポップアップメニュー「解析条件の種類」を、あるいは、「CLOSE」をクリックする。なお、この「CLOSE」をクリックすることにより、解析条件入力作業は終了することとなる。

【0038】次に、上記の図19でユーザが「解析条件の種類」という箇所を選択してクリックすると、図20に示すように、ユーザには、解析条件のポップアップメニューが表示される。なお、この表示されるポップアップメニューにおいても、上記と同様に、「負荷条件」、「接触条件」、「拘束条件」、「フリー」、そして、「ユーザ入力」のポップアップメニューが表示される。

【0039】図21には、上記図20のポップアップメ

ニューの中から拘束条件を選択した場合の状態が示されており、図にも明らかなように、「解析条件の種類」の右側には「拘束条件」と表示される。また、これらの表示の下部には、メニューボタン「x」、「y」、「z」、「rx」、「ry」、「rz」が表示されるが、これらのボタンは、拘束の方向を入力する画面である。ここでは、Z軸方向拘束を入力する。そして、図22は、以上の解析条件要求画面のガイダンスに従って入力した解析条件であるZ軸方向拘束を表示した画面の例を示してある。

【0040】(5) 接合面に対する解析条件の入力要求：図23は、解析対象となる複数の部品を接合し、それに伴う接合面に対して解析条件生成する全体フローを示す。まず、この図23のステップ121では、解析対象となる部品に、部品を隣接させるという接合を行うため、その隣接する部品を指示する処理を行う。ステップ122では、解析対象となる部品に隣接させるという接合を命令する。ステップ123では、接合という形状操作を行う。ステップ124では、上記のステップ123の形状操作で変更のあった接合する面をハイライト表示する。ステップ125では、接合した面に対して、解析条件の入力を要求する解析条件要求画面を表示する。ステップ126では、上記のステップ125で表示された該画面のポップアップメニューより、予め用意された解析条件の中から、ユーザが最も適当であるとする解析条件を選択し、入力する。そして、ステップ127では、上記ステップ126で入力された解析条件を、当該接合した面に生成する。

【0041】次に、上記の解析条件生成方法を用いて、解析対象の形状に別の部品を接合させ、その接合面に対し、解析条件要求画面の表示に従って接触条件を生成する例を、図24から図29を用いて説明する。

【0042】まず、図24において、画面上には解析対象となる部品128の形状が示される。そして、この部品形状128において、図25に示す部品129を接合させる。このように、部品128の上に部品129を接合し、これら部品の接合面である斜線部分130に、その解析条件として、摩擦係数を生成する例を示す。なお、この時、部品128と部品129とは、別々の形状であるが、接合という形状操作によって、その接合面130をハイライト表示する。

【0043】図26では、接合面がハイライト表示されて、次に、解析条件要求画面がその右側に出力される。ここでも、ユーザは、ポップアップメニュー「解析条件の種類」を、あるいは、「CLOSE」をクリックする。なお、この「CLOSE」をクリックすることにより、解析条件入力作業は終了することとなる。

【0044】さらに、図27では、上記図26でユーザが「解析条件の種類」という箇所を選択してクリックすると、上記と同様に、「負荷条件」、「接触条件」、

10

20

30

40

50

「拘束条件」、「フリー」、そして、「ユーザ入力」のポップアップメニューが表示される。

【0045】図28では、これら出力される解析条件のポップアップメニューの中から「接触条件」が選択された状態が示されており、この例では、摩擦係数の数値として、圧力値1.23を入力している。さらに、図29は、以上に述べた解析条件要求画面のガイダンスに従って接合した面に入力した解析条件である摩擦係数を、画面上に表示した例である。

【0046】(6)対象部品と接合する他の部品の接合面に対する解析条件の入力要求：図30には、上記の解析モデル生成装置を用いて、画面に表示された複数の部品からなる形状に対して、解析対象となる部品を指示すると、当該部品と他の部品とが接合する面を順次ハイライト表示し、当該接合面に関する解析条件を入力する解析条件生成の全体フローを示す。

【0047】図30において、ステップ131では、まず、上記図1のプリプロセッサ1を用いて、複数の部品からなる形状を入力する。ステップ132では、上記で入力した形状の各部品に番号を生成する。一般に、それぞれの部品は、CADで扱い易いように、その構造と情報を持っているが、その一つとして、上述のように、他の部品と区別するための番号を持つ。ステップ133では、形状に対して変更をするかユーザが判断する部分である。変更する場合、ステップ134に進み、変更のない場合は終了する。ステップ134では、ユーザは、複数の部品からなる形状に対して、解析対象部品を選択し、指示する。

【0048】ステップ135では、選択・指示された解析対象部品に対して、他の部品と接合した面を持つ部品があるか否かを検索する。この時、全ての部品に対して検索を行うが、この検索には上述の番号が用いられ、具体的には、若い番号を持つ部品から順に検索していく。この接合している面の検索は、上述の各部品の持つ境界条件情報と位相要素による。この部品の境界条件情報と位相要素に関しては、例えば「3次元CADの基礎と応用」19～36ページ(鳥谷浩志・千代倉弘明編著 共立出版株式会社 1991年)に記載されている。

【0049】この接合している面を検索した後、隣接する部品が有る(yes)場合には、次のステップ136に進む。一方、検索の結果、隣接する部品がない(no)場合には終了する。

【0050】ステップ136では、検索された接合面をハイライト表示する。ステップ137では、形状変更を行う。ステップ138では、形状変更を行った後に変更部をハイライト表示する。ステップ139では、ハイライト表示された部分に対して、解析条件要求画面を表示する。ステップ140では、当該画面から解析条件を選択及び入力する。ステップ141では、上記のステップ140で選択及び入力された解析条件を形状に生成す

る。

【0051】次に、図31のモデルを用いて、上記の解析条件生成のフローを説明する。この図31に示される形状は、複数の部品、この例では3つの部品150、151及び152からなる形状である。ここで、例えば部品150を解析対象として選択・指示し、これに接合した面を持つ部品151と152に対し、それぞれ、接合した面を自動的にハイライト表示し、解析条件要求画面を表示して解析条件を付加する。なお、本モデルの場合、部品151との接合面には荷重条件を、部品152との接合面には拘束条件を入力する。

【0052】続いて、以下の図32から図38を用い、上記図31のモデルにおいて、部品151との接合面には荷重条件を、部品152との接合面には拘束条件を入力する手順を説明する。なお、形状モデルとして部品150、151、152は、それぞれ、番号を持っている。本モデル例では、部品151が部品152よりも若い番号を持っている。

【0053】まず、図32では、解析対象である部品150を指示した後、隣接する部品の検索により、部品151が検索される。この図は、その部品151との接合面をハイライト表示して、解析条件を付加するための解析条件要求画面を表示した例である。なお、この例でも、上記と同様に、ポップアップメニュー「解析条件の種類」と「CLOSE」が表示され、これらのいずれかをユーザがクリックする。なお、この「CLOSE」をクリックすることにより、解析条件入力作業は終了することとなる。

【0054】図33では、上記の「解析条件の種類」をクリックしてポップアップメニュー表示した例である。この例でも、上記と同様に、「負荷条件」、「接触条件」、「拘束条件」、「フリー」、そして、「ユーザ入力」のポップアップメニューが表示される。なお、ここでは、これらのポップアップメニューの中から「荷重条件」を選択するものとして説明を行う。

【0055】図34は、上記図33のメニューの中から「荷重条件」を選択した後出力される荷重条件入力画面例である。この荷重条件入力画面でも、上記と同様に、「解析条件の種類」と「拘束条件」との下部に、メニューボタン「x」、「y」、「z」、「rx」、「ry」、「rz」が表示され、さらに、「pressure」ボタンが表示される。そして、ユーザは、これらのメニューボタンを選択的にクリックすることにより荷重条件の方向を設定し、「pressure」ボタンの下に数値を入力することも、やはり、上記と同様である。

【0056】図35は、上記の作業により荷重条件を生成し、この生成した荷重条件を画面に表示した例を示している。

【0057】図36は、隣接する部品151に対する接合面に対する解析条件の生成終了後、さらに、他の隣接



する部品の検索を行い、その結果、部品152が検索され、解析対象の部品150とこの検索された部品152との接合面に対して、解析条件を付加するための解析条件要求画面を表示している。

【0058】さらに、図37では、「解析条件」のメニュー表示をした例である。なお、ここでは、「拘束条件」をメニューより選択するものとし、その結果、この「拘束条件」を入力するための画面が図38に示されている。

【0059】図39は、上述の作業により解析対象である部品150と他の部品152との接合面に拘束条件を入力して生成し、この生成した荷重条件を画面に表示した例を示している。

【0060】(7) 切断面に対する解析条件の入力要求：次に、図40には、画面に表示された形状を切断し、この切断面をハイライト表示し、この切断面に垂直な方向に対して拘束条件を自動生成する解析条件生成の全体フローを示す。なお、この解析条件の生成は、形状が対称である場合、その切断面によって生成した対称面に拘束条件を解析条件として入力することが多いことより考えられた解析条件作成支援方法である。

【0061】図40の全体フローにおいて、ステップ161では、切断する形状をユーザが支持する処理を行う。ステップ162では、ユーザが、当該形状に対して切断命令を行う。ステップ163では、上記ステップ162の切断命令に対して、切断面を指示し、当該形状を切断する処理を行う。ステップ164では、生成した対称面をハイライト表示する。ステップ165では、生成した対称面に対して、垂直方向を計算する処理を行う。この垂直方向の計算としては、対称面を構成する点が座標値を持つことにより、対称面の傾きを求め、その傾きに対して垂直方向を求めることにより行われる。ステップ166では、生成した対称面に対して、垂直方向に解析条件として拘束条件を自動生成する。

【0062】以上の処理フローに従い、本装置を用いて円柱の切断を行い、拘束条件を生成した例を、図41及び図42を用いながら説明する。まず、図41は、xy面に対して対称である円柱の形状を示す。なお、座標軸は、図示のようにx軸及びy軸とし、さらに、本紙面に対して垂直方向をz軸としている。

【0063】この円柱形状において、xy面を切断面として2分の1モデルを作成する。この時、当該切断面により切断された面に対し、切断した部分に等価な解析条件として、z軸方向に拘束条件を生成する。なお、この拘束条件は、上記図40のステップ165の処理において、当該切断面の持つ座標値より計算されることとなる。

【0064】その結果、図42に示すように、当該切断面がハイライト表示されて(斜線部分)、自動的にz軸方向に拘束条件が生成されることとなる。なお、この例

では、この部分は完全に拘束されて動かないものとして設定されている。

【0065】

【発明の効果】以上の詳細な説明からも明らかなように、本発明になる解析モデル生成方法及びその装置によれば、実形状モデルから解析形状モデル作成を行う際に、形状操作をユーザが指示すると同時に、ガイダンス機能を有する解析条件要求画面を出力し、その画面の中からユーザが解析条件選択を行い、解析条件を生成することにより、解析モデル作成の効率化を図ることが可能になる。

【0066】また、上述の解析条件要求画面を自動的に出力する機能を持たせることにより、解析モデルの解析条件を入力し忘れることなく、解析条件付加を確実に行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の態様になる解析モデル生成装置のシステム構成図。

【図2】上記解析モデル生成装置における動作を説明するフローチャート。

【図3】上記図2の形状変更の詳細を説明するフローチャート。

【図4】上記解析モデル生成装置の動作における解析条件要求画面の一例を示す図。

【図5】上記図4の解析条件要求画面におけるポップアップメニューの一例を示す図。

【図6】上記図5の解析条件要求画面のポップアップメニューにおける拘束条件の入力を説明する図。

【図7】上記図5の解析条件要求画面のポップアップメニューにおける荷重条件の入力を説明する図。

【図8】上記図5の解析条件要求画面のポップアップメニューにおける接触条件の入力を説明する図。

【図9】上記図5の解析条件要求画面のポップアップメニューにおけるユーザ入力を説明する図。

【図10】本発明の他の実施の態様になる解析モデル生成装置における動作を説明するフローチャート。

【図11】上記他の実施の態様になる解析モデル生成装置の削除面のハイライト動作を説明する説明図。

【図12】上記図11の削除面の解析条件要求画面の一例を示す図。

【図13】上記図11に示す削除面の解析条件の種類のポップアップメニューの一例を示す図。

【図14】上記図11に示す削除面の解析条件の荷重条件の入力の一例を示す図。

【図15】上記と同様、図11に示す削除面の解析条件の荷重条件の圧力入力の一例を示す図。

【図16】上記図11に示す削除面の解析条件の荷重条件生成の画面表示の一例を示す図。

【図17】本発明のさらに他の実施の態様になる解析モデル生成装置における動作を説明するフローチャート。

【図18】上記図17の解析モデル生成装置における切断円筒モデルの一例を示す図。

【図19】上記図18の円筒モデルの切断面の解析条件要求画面の一例を示す図。

【図20】上記図18に示す切断面の解析条件の種類ポップアップメニューの一例を示す図。

【図21】上記図18に示す切断面解析条件の拘束条件の入力の一例を示す図。

【図22】上記図18に示す切断面の解析条件の拘束条件生成の画面表示の一例を示す図。

【図23】本発明のさらに他の実施の態様になる解析モデル生成装置における動作を説明するフローチャート。

【図24】上記図23の解析モデル生成装置における接合モデルの一例を示す図。

【図25】上記図24のモデルと他の部品が接合している接合面の一例を示す図。

【図26】上記図24のモデルの接合面の解析条件要求画面の一例を示す図。

【図27】上記図24に示す接合面の解析条件の種類ポップアップメニューの一例を示す図。

【図28】上記図24に示す接合面解析条件の接触条件の入力の一例を示す図。

【図29】上記図24に示す接合面の解析条件の接触条件生成の画面表示の一例を示す図。

【図30】本発明のさらに他の実施の態様になる解析モデル生成装置における動作を説明するフローチャート。

【図31】上記図30の解析モデル生成装置における隣接部品との接合モデルの一例を示す図。

【図32】上記図31の解析モデルにおける隣接部品との接合モデルの解析条件要求画面の一例を示す図。

【図33】上記図32に示す接合面の解析条件の種類\*

\* ポップアップメニューの一例を示す図。

【図34】上記図33に示す解析条件の負荷条件の入力の一例を示す図。

【図35】上記図34に示す接合面における負荷条件生成の画面表示の一例を示す図。

【図36】上記図31の解析モデルにおける他の隣接部品との接合モデルの解析条件要求画面の一例を示す図。

【図37】上記図36に示す接合面の解析条件の種類ポップアップメニューの一例を示す図。

10 【図38】上記図37に示す解析条件の拘束条件の入力の一例を示す図。

【図39】上記図34に示す接合面における負荷条件の生成と上記図38に示す拘束条件の生成による画面表示の一例を示す図。

【図40】本発明のさらに他の実施の態様になる解析モデル生成装置における動作を説明するフローチャート。

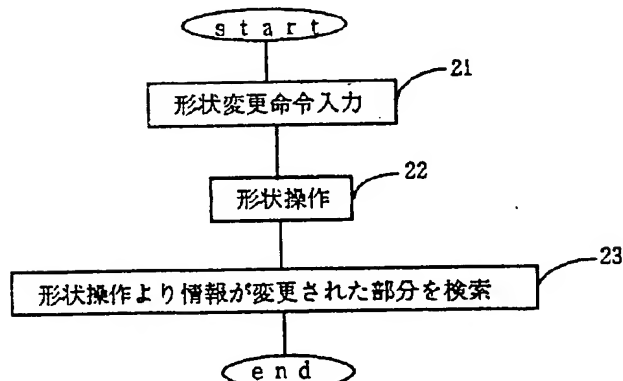
【図41】上記図40の解析モデル生成装置における切断円筒モデルの一例を示す図。

20 【図42】上記図40の解析モデル生成装置における切断円筒モデルの拘束条件生成の一例を示す図。

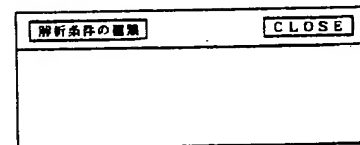
【符号の説明】

- 1 解析用プリプロセッサ
- 2 形状入力部
- 3 解析条件入力部
- 4 有限要素モデル自動生成部
- 5 データベース
- 6 表示部
- 7 形状表示部
- 8 形状変更部
- 9 入力要求部

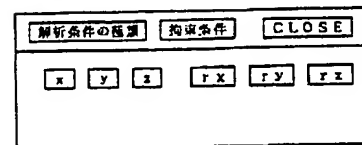
【図3】



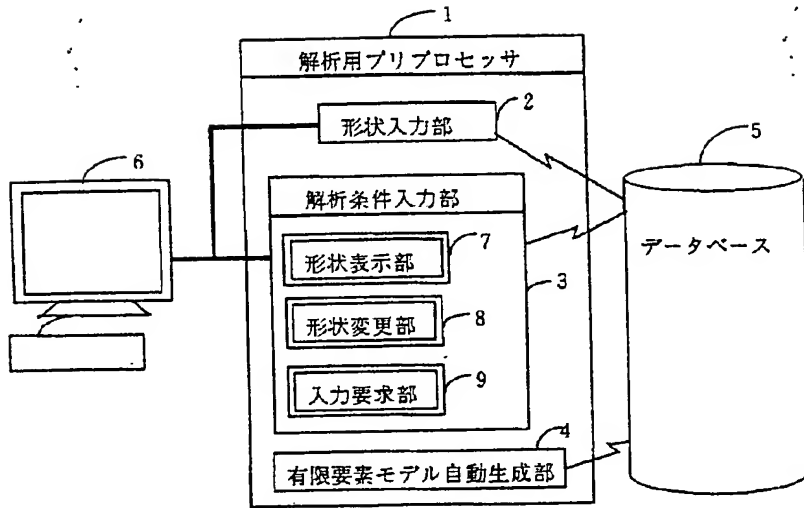
【図4】



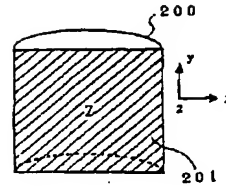
【図6】



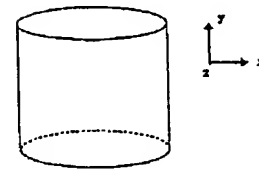
【図1】



【図22】

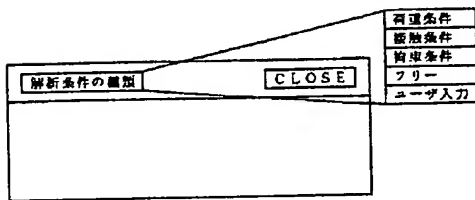


【図41】

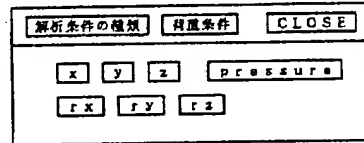


【図42】

【図5】

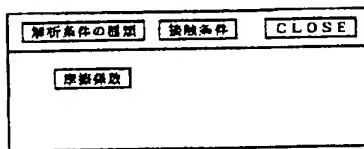


【図7】

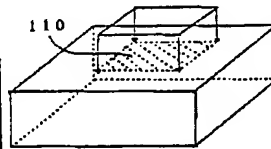
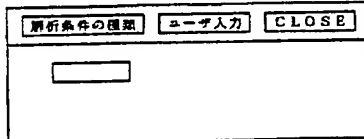


【図16】

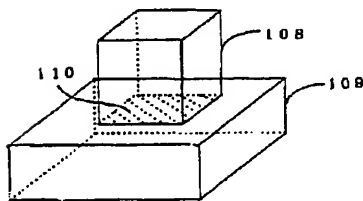
【図8】



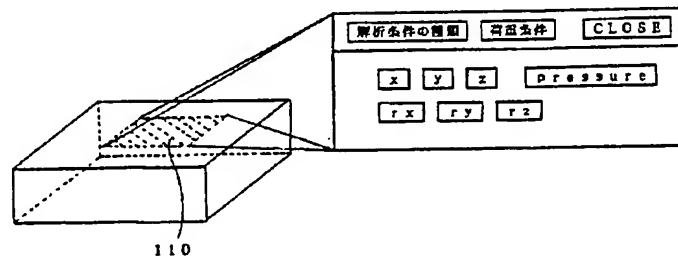
【図9】



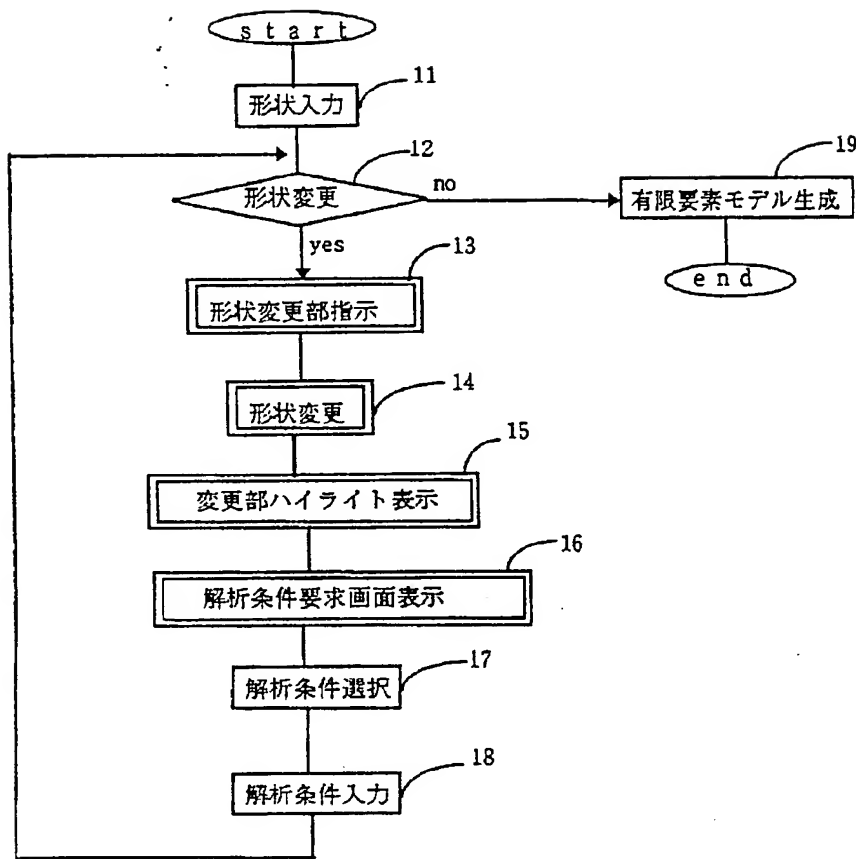
【図11】



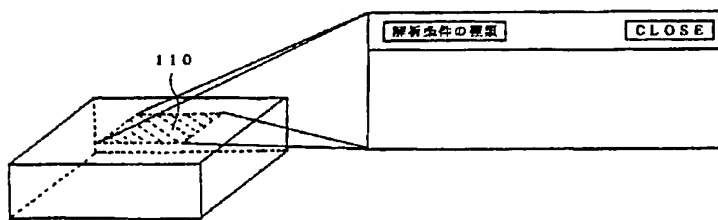
【図14】



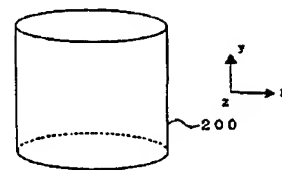
【図2】



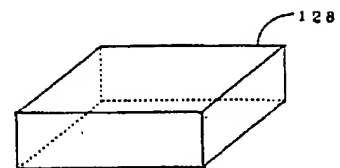
【図12】



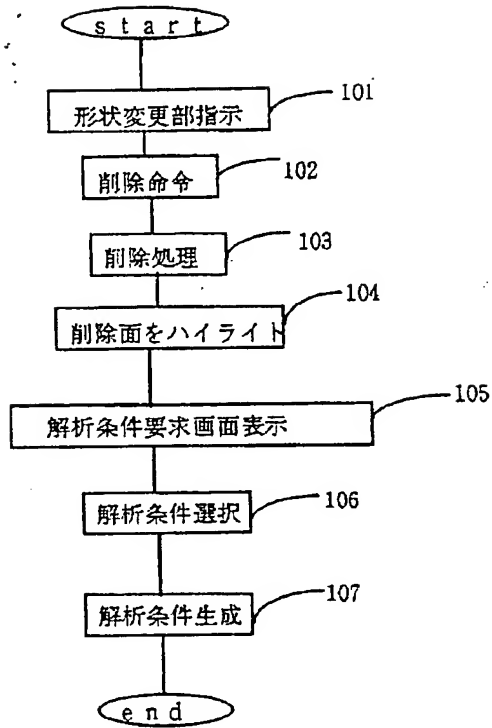
【図18】



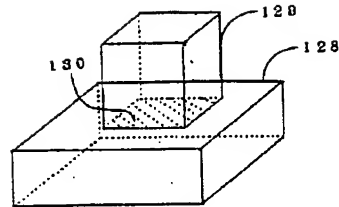
【図24】



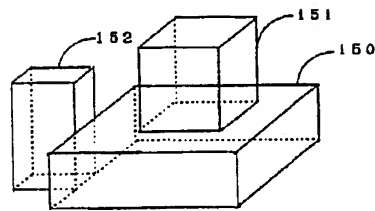
【図10】



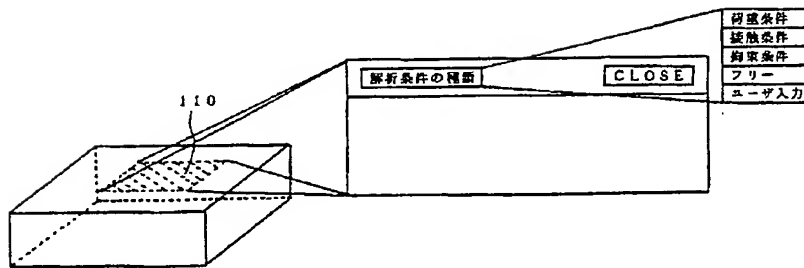
【図25】



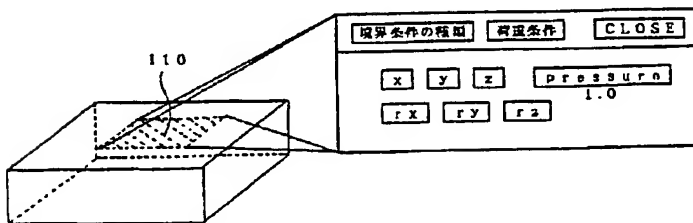
【図31】



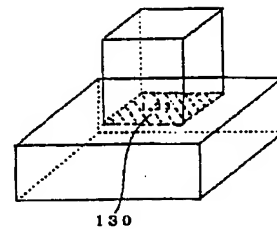
【図13】



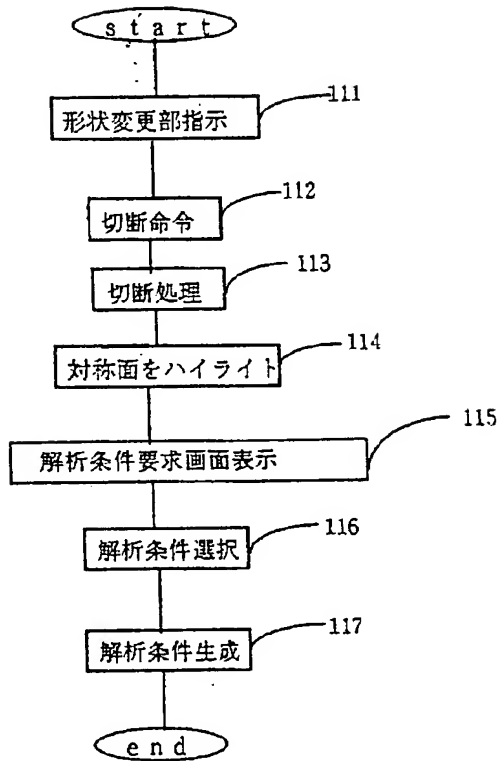
【図15】



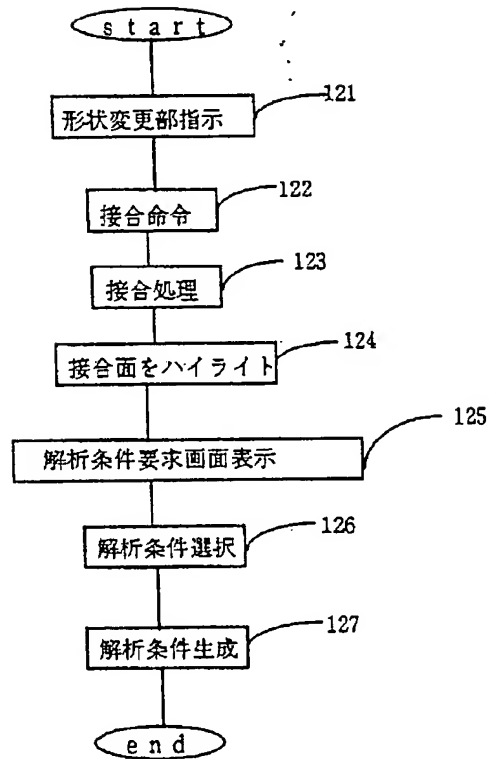
【図29】



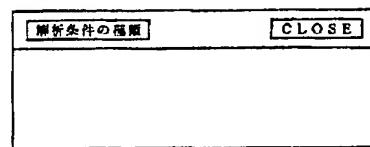
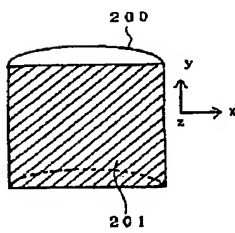
【図17】



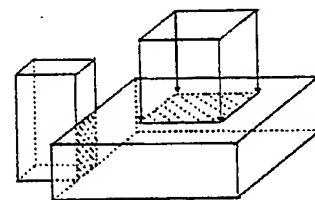
【図23】



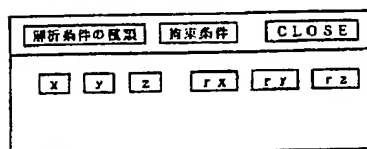
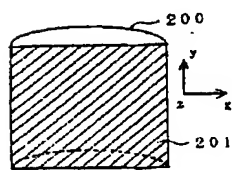
【図19】



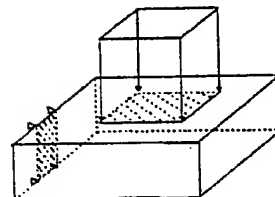
【図35】



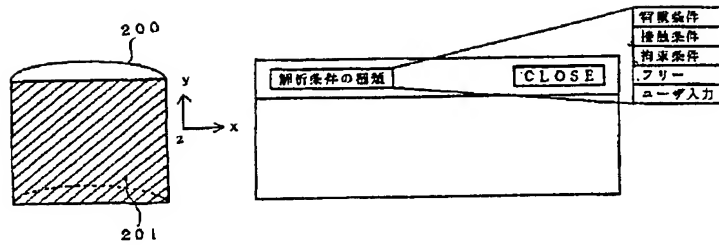
【図21】



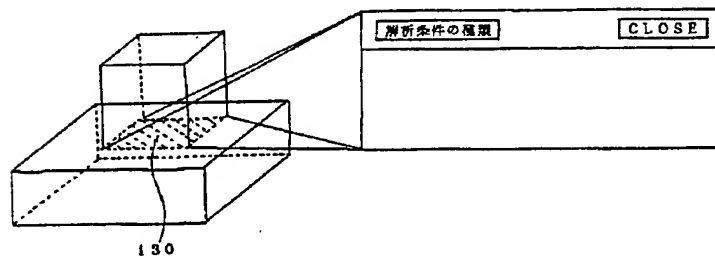
【図39】



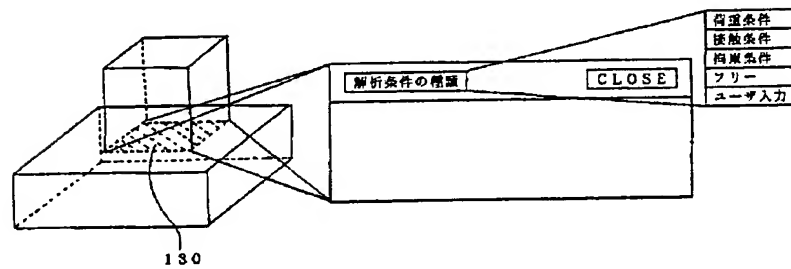
【図20】



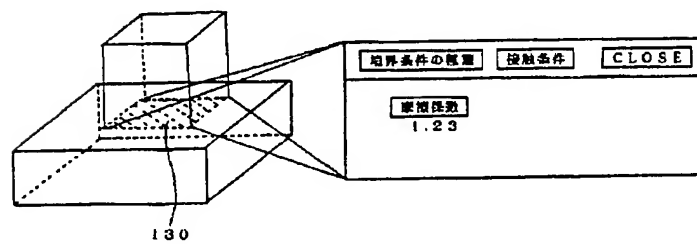
【図26】



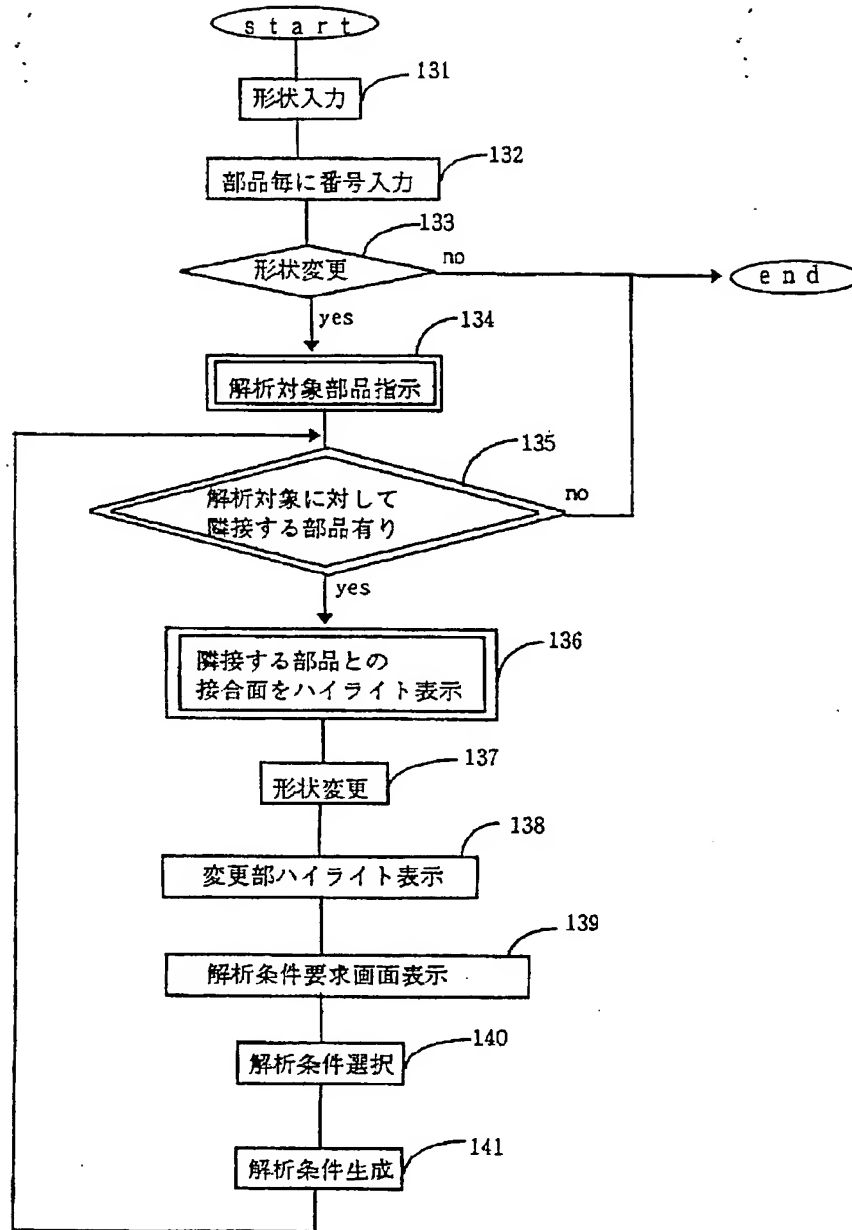
【図27】



【図28】

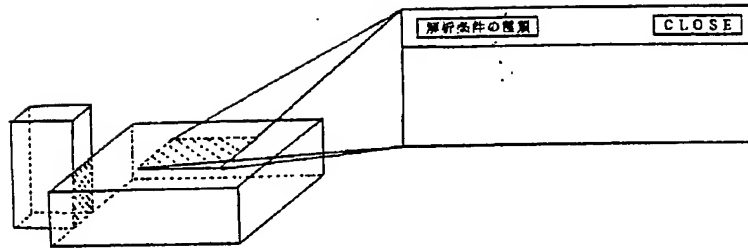


【図30】

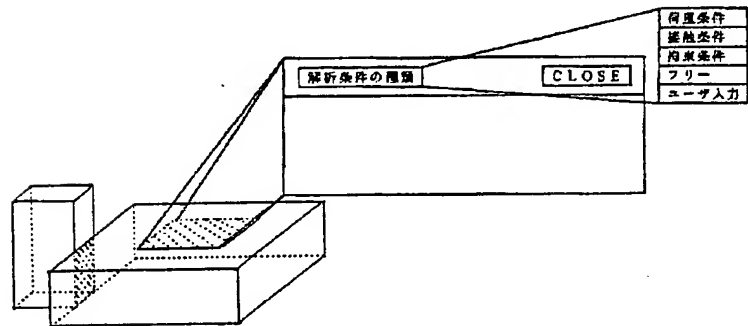




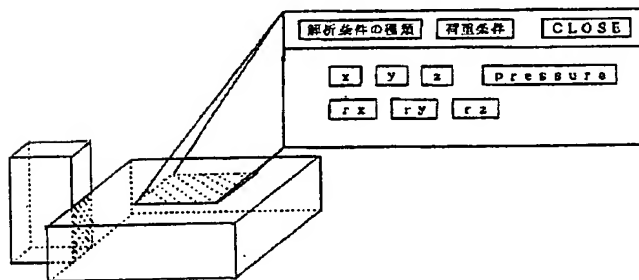
【図32】



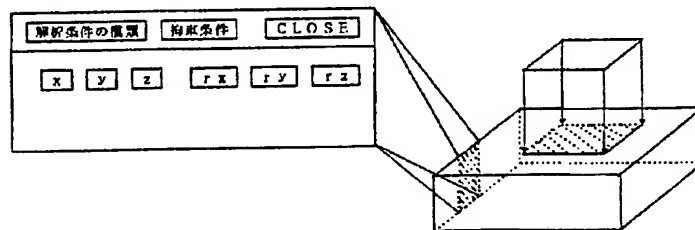
【図33】



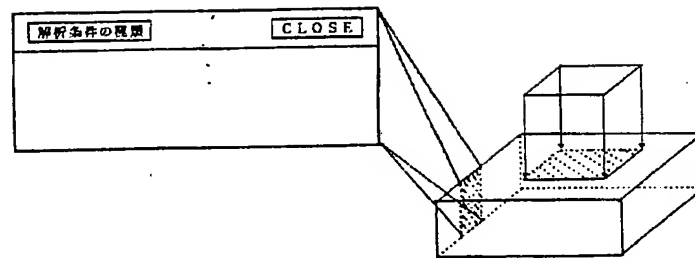
【図34】



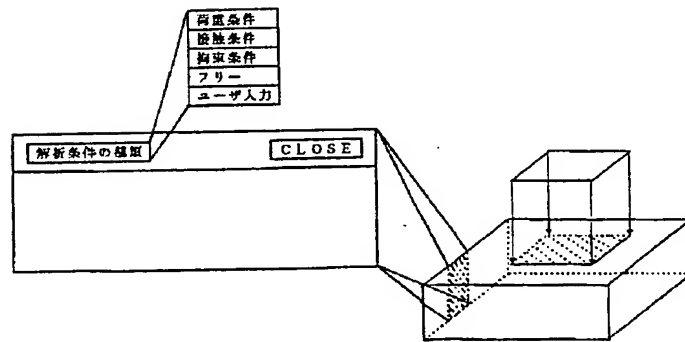
【図38】



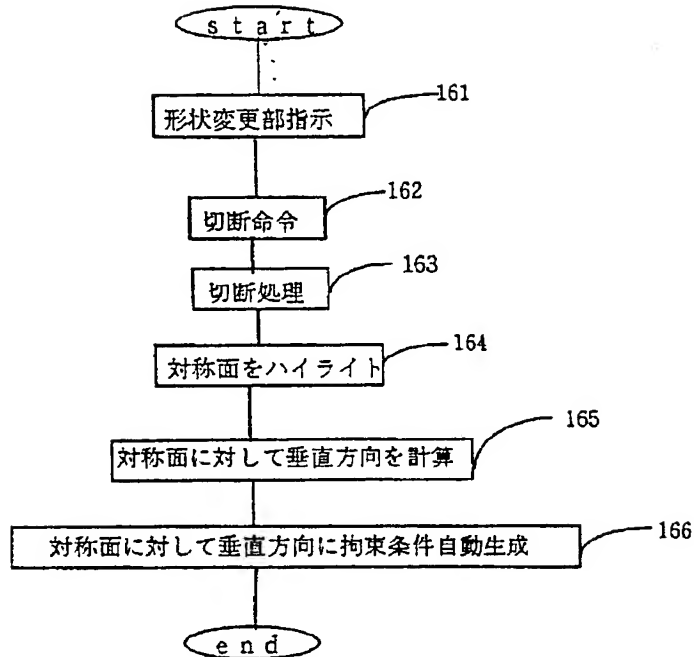
【図36】



【図37】



【図40】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鶴来 昌樹  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(72)発明者 江澤 良孝  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内  
(72)発明者 岡本 紀明  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内